

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication :

2 303 206

(A n'utiliser que pour les
commandes de reproduction).

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 75 06731

(54)

Système de transmission variable.

(51)

Classification internationale (Int. Cl.²). **F 16 H 37/02.**

(22)

Date de dépôt **4 mars 1975, à 15 h 45 mn.**

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée. :

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande **B.O.P.I. — «Listes» n. 40 du 1-10-1976.**

(71)

Déposant : Société dite : **THE SCIENTIFIC RESEARCH FOUNDATION**, résidant en Israël.

(72)

Invention de : **Jakhin Boas Popper.**

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : **Cabinet Z. Weinstein.**

BEST AVAILABLE COPY

La présente invention concerne un système de transmission variable, et, en particulier, un système permettant d'effectuer une large étendue de variations de vitesse.

Un grand nombre de systèmes de transmission variable ont
5 été étudiés, permettant un ajustement continu de vitesse, mais en règle générale, les systèmes connus ne permettent qu'une étendue limitée de variations de vitesse, fonctionnent avec une faible efficacité, sont encombrants et/ou sont d'une construction compliquée et coûteuse.

10 Un objet de la présente invention est de créer un système de transmission variable, permettant d'effectuer une large étendue de variations de vitesse, et qui soit d'une construction simple, compacte et peu coûteuse.

En général, la présente invention permet d'utiliser un dispositif d'entraînement variable ayant une étendue limitée de vitesse,
15 et en y ajoutant un mécanisme relativement simple, peu coûteux et compact, elle permet d'agrandir son étendue autant que cela est requis.

Selon un aspect général de la présente invention, on prévoit
20 un système de transmission variable permettant une large étendue de variations de vitesse, comprenant :

- un dispositif d'entraînement variable, comprenant des premier et second axes et un élément variable déterminant le rapport de transmission entre les deux axes;
- 25 - un arbre d'entrée;
- un arbre de sortie;
- et un moyen d'accouplement sélectif servant à relier sélectivement l'arbre d'entrée au premier axe et l'arbre de sortie au second axe, ou l'arbre d'entrée au second axe et l'arbre de sortie au premier axe; le moyen d'accouplement sélectif comprend un
30 moyen de commande de transmission, servant à maintenir le même rapport de transmission entre les arbres d'entrée et de sortie, immédiatement après le fonctionnement du moyen d'accouplement sélectif, qu'immédiatement avant son fonctionnement.

35 Selon un aspect plus particulier de la présente invention, le moyen d'accouplement sélectif comprend:

"n" dispositifs rotatifs de transmission sur chaque arbre d'entrée et de sortie; un certain nombre de dispositifs rotatifs de transmission sur les premier et second axes du dispositif d'entraî-

nement variable; chaque dispositif rotatif de transmission de l'arbre d'entrée peut sélectivement être relié à un dispositif rotatif de transmission sur le premier axe; et chaque dispositif rotatif de transmission de l'arbre de sortie peut être sélectivement relié à un dispositif rotatif de transmission sur le second axe.

Plusieurs modes de réalisation de la présente invention sont décrits ci-dessous, où "n" = 1, 2, ou 3; "n" pourrait bien entendu être plus important. Dans certains modes de réalisation, les dispositifs rotatifs de transmission sont des engrenages, et dans d'autres ce sont des poulies ou tambours entraînés par des courroies, des chaînes et autres.

On peut utiliser, également, dans la présente invention, différents types de dispositifs d'entraînement variable. Dans un mode de réalisation décrit, le dispositif d'entraînement variable se compose d'une paire d'éléments coniques, montés pour une rotation autour d'axes parallèles, une courroie reliant les éléments coniques pour une rotation ensemble, et d'un dispositif de manoeuvre mobile, faisant varier la position de la courroie sur les éléments coniques, et ainsi le rapport de transmission entre les axes respectifs.

Dans un autre mode de réalisation décrit, le dispositif d'entraînement variable se compose de deux poulies reliées ensemble par une courroie, au moins l'une des poulies étant d'un diamètre variable, pour faire varier le rapport de transmission entre les deux poulies.

Selon un autre aspect de la présente invention, on prévoit également un nouveau système d'entraînement variable, particulièrement mais non exclusivement utile avec le nouveau système de transmission variable selon la présente invention, comprenant deux poulies reliées ensemble par une courroie, au moins l'une des poulies ayant un diamètre variable, pour faire varier le rapport de transmission entre elles, cette poulie de diamètre variable comprenant un corps cylindrique élastique, une paire de plaques ou flasques latéraux, un de chaque côté du corps, et un moyen pour déplacer les plaques latérales vers ou au loin l'une de l'autre, forçant le corps cylindrique élastique à se fléchir radialement vers l'extérieur ou vers l'intérieur, pour augmenter ou diminuer, respective-

ment, le diamètre de la poulie.

Le système de transmission variable selon la présente invention peut être construit de façon compacte et peu coûteuse, et avec une très grande étendue de variations de vitesse, en particulier lorsque l'on utilise l'entraînement variable ci-dessus. Cependant, on remarquera que le système de transmission variable pourrait utiliser d'autres entraînements variables, et que l'entraînement variable selon la présente invention pourrait de façon avantageuse être utilisé dans d'autres systèmes de transmission.

10 L'invention sera mieux comprise et d'autres buts, caractéristiques, détails et avantages de celle-ci apparaîtront mieux au cours de la description explicative qui va suivre en se reportant aux dessins schématiques annexés donnés uniquement à titre d'exemple illustrant plusieurs modes de réalisation de l'invention et dans lesquels

15 - la figure 1 représente schématiquement une forme d'un système de transmission variable selon la présente invention, et elle montre plus particulièrement le concept général mis en cause;

- la figure 1A est un diagramme du fonctionnement du système de transmission de la figure 1;

20 - la figure 2 illustre une autre forme du système de transmission variable selon la présente invention, comprenant un agencement d'entraînement variable selon la présente invention;

- la figure 3 illustre une autre forme du système de transmission selon la présente invention, ayant une étendue encore plus
25 grande de variations de vitesse que le système de la figure 2; et

- les figures 4 à 6 illustrent d'autres formes de système de transmission variable construite selon la présente invention.

La figure 1 illustre la façon dont, par la présente invention, l'étendue relativement limitée d'un dispositif d'entraînement variable classique, peut être élargie autant que cela est requis, simplement en ajoutant un mécanisme relativement simple et peu coûteux, au dispositif classique d'entraînement variable.

Ainsi, la figure 1 illustre un dispositif d'entraînement variable classique, comprenant deux éléments coniques ou tambours 2
35 et 4, montés pour une rotation sur des axes parallèles, A et B, respectivement, les deux éléments coniques étant reliés pour une rotation ensemble par une courroie 6. On change la position de la courroie sur les éléments coniques 2, 4, par un dispositif de manoeuvre

ou levier 8 pouvant être déplacé à la main, monté pivotant sur un support 10, et comprenant deux bras 12 chevauchant la courroie.

Un arbre d'entrée I et un arbre de sortie Q sont chacun adaptés pour être sélectivement reliés à l'axe A du tambour conique 2 ou à l'axe B du tambour conique 4. La liaison ou l'accouplement est effectuée par un mécanisme d'accouplement sélectif schématiquement représenté par les boîtes 14, 16 sur la figure 1, qui sera décrit plus en détail ci-après.

Le levier gauche étant dans la position la plus à gauche (la position en traits pleins illustrée sur la figure 1), on peut voir qu'un nombre prédéterminé ("j") de révolutions de l'axe A est requis, pour produire une révolution de l'axe B; lorsque le levier est dans sa position la plus à droite (la position en traits interrompus sur la figure 1), un nombre plus petit ("i") de révolutions de l'axe A produit une révolution de l'axe B. On peut dire, en d'autres termes, que le dispositif d'entraînement variable de la figure 1 a une étendue de variations de vitesse de $i:1$ à $j:1$, signifiant que "j" ou "i" révolutions de l'axe A produisent une révolution de l'axe B. Cela est illustré sur le diagramme de la figure 1A où on peut également voir que $1/j$ ou $1/i$ révolutions de l'axe B produisent une révolution de l'axe A. Ainsi, l'entraînement variable de la figure 1 a une étendue de variations de vitesse de "j/1".

La présente invention permet d'augmenter cette étendue de variations de vitesse, en prévoyant le moyen d'accouplement sélectif schématiquement illustré par les boîtes 14, 16 de la figure 1, et qui sert à relier sélectivement l'arbre d'entrée I à l'un des axes A ou B, et l'arbre de sortie Q à l'autre des axes A ou B. Le moyen d'accouplement sélectif a pour caractéristique qu'il maintient le même rapport de transmission entre les arbres d'entrée et de sortie, juste après son fonctionnement, que celui qui existait juste avant.

Ainsi, si au départ, l'arbre d'entrée I est relié à l'axe A et que l'arbre de sortie Q est relié à l'axe B, et que le levier 8 est dans sa position la plus à gauche, on peut voir que l'arbre de sortie Q tourne à une vitesse plus lente que l'arbre d'entrée I, le rapport de transmission entre les deux étant proportionnel à $j:1$. Si on déplace le levier 8 vers la gauche, la vitesse de rotation

de l'arbre de sortie Q augmente continuellement par rapport à l'arbre d'entrée I, ce rapport de transmission étant proportionnel à $i:1$, à la position la plus à droite du levier.

A ce point, le moyen d'accouplement sélectif 14, 16 fonctionne pour interchanger les connections entre les axes A et B et l'arbre d'entrée I et l'arbre de sortie Q, tout en maintenant le même rapport de transmission entre les arbres d'entrée et de sortie.

Le rapport de transmission de l'entraînement entre l'entrée et la sortie, c'est-à-dire entre l'axe B et l'axe A, est maintenant proportionnel à $\frac{1}{j}:1$. En déplaçant le levier 8 vers la gauche, on augmente encore la vitesse de sortie jusqu'à ce que le rapport de transmission devienne proportionnel à $\frac{1}{j}:1$.

Ainsi, on déplace le levier 8 dans une direction, pour effectuer une variation continue de la vitesse de sortie par rapport à la vitesse d'entrée; ensuite, le moyen d'accouplement sélectif 14, 16 est manoeuvré pour interchanger les connections, tout en maintenant le même rapport de transmission entre les arbres d'entrée et de sortie; ensuite le levier 8 est déplacé dans la direction opposée, pour continuer à effectuer la variation de la vitesse de sortie. De cette façon, le système permet d'augmenter l'étendue possible de variations de vitesse permises par le dispositif d'entraînement variable des tambours coniques, 2, 4 et de la courroie 6.

Cette augmentation de l'étendue de variations de vitesse peut être multipliée de nombreuses fois en prévoyant un certain nombre ("n") de dispositifs rotatifs de transmission sur l'arbre d'entrée I et sur l'arbre de sortie Q, et un certain nombre de dispositifs rotatifs de transmission (c'est-à-dire engrenages, poulies, tambours), sur chacun des axes A et B. Dans les modes de réalisation décrits ci-dessous, il y a "n" paires de dispositifs rotatifs de transmission sur chaque axe A et B, chaque dispositif rotatif de transmission de l'arbre d'entrée I pouvant sélectivement être relié à un dispositif rotatif de transmission de chaque paire, sur l'axe A, et chaque dispositif rotatif de transmission de l'arbre de sortie Q pouvant être sélectivement relié à l'autre dispositif rotatif de transmission de chaque paire sur l'axe B.

Dans l'agencement simple de la figure 1, montrant le concept général, "n" est de "1", mais on remarquera que "n" pourrait être "2", "3", ou même un nombre plus important. Ainsi, on peut multi-

plier l'étendue des variations de vitesse pour obtenir, en parlant de façon théorique, une transmission infiniment variable.

La figure 2 illustre un système de transmission variable où "n" est égal à "2". En effet, il y a deux dispositifs rotatifs de transmission sur chaque arbre d'entrée et de sortie, c'est-à-dire des pignons I_1 , I_2 sur l'arbre d'entrée I, et des pignons Q_1 , Q_2 sur l'arbre de sortie Q. De plus, sur chaque axe A et B du dispositif d'entraînement variable, il y a deux paires de dispositifs rotatifs de transmission, dans ce cas, des pignons, c'est-à-dire des paires IA_1 , QA_1 et IA_2 , QA_2 sur l'axe A, et des paires IB_1 , QB_1 et IB_2 , QB_2 sur l'axe B.

Chaque pignon de l'arbre d'entrée I peut sélectivement être relié à un pignon de chaque paire de l'axe A, et chaque pignon de l'arbre de sortie Q peut sélectivement être relié à l'autre pignon de chaque paire de l'axe B. L'accouplement sélectif est effectué, dans chaque cas, par un embrayage (CIA_1 , CIA_2 , CIB_1 , ...), interposé entre les pignons d'axe et l'axe respectif A ou B.

Ainsi, on peut voir que sur la figure 2, lorsque les embrayages CIA_1 , CQB_1 sont en prise, les autres embrayages n'étant pas en prise, l'arbre d'entrée I est relié par les engrenages I_1 et IA_1 à l'axe A du dispositif d'entraînement variable (qui sera décrit plus amplement ci-après); et l'axe B du dispositif d'entraînement variable est relié, par les pignons QB_1 et Q_1 , à l'arbre de sortie Q. En mettant en prise ou embrayant les embrayages CIA_2 , et CQB_2 , tout en débrayant les autres embrayages, on relie l'arbre d'entrée I à l'axe A par les pignons I_2 , IA_2 , et l'arbre de sortie Q à l'axe B, par les pignons QB_2 , Q_2 .

Maintenant, en commandant bien les embrayages, les connexions précédentes peuvent être interchangées de façon que l'arbre d'entrée I soit connecté à l'axe B du dispositif d'entraînement variable, et que l'arbre de sortie Q soit connecté à l'axe A. Ainsi, l'arbre d'entrée I peut être relié à l'axe B par le pignon I_1 , en actionnant l'embrayage CIB_1 , ou par le pignon I_2 en actionnant l'embrayage CIB_2 ; et l'arbre de sortie Q peut être relié à l'axe A par le pignon QA_1 , en actionnant l'embrayage CQA_1 , ou par le pignon QA_2 en actionnant l'embrayage CQA_2 .

Les embrayages peuvent être commandés de toute façon appropriée, par exemple, par une commande électrique ou hydraulique, et cela est schématiquement représenté sur la figure 2 par la boîte

de commande d'embrayage 20, avec des connexions 22 en traits interrompus vers les embrayages respectifs.

Dans le système illustré sur la figure 2, le dispositif d'entraînement variable auquel les axes A et B sont reliés, pourrait être l'un des dispositifs classiques, comme celui de la figure 1, permettant un ajustement continu des vitesses. Cependant, la figure 2 illustre également un nouveau dispositif d'entraînement variable particulièrement (mais non exclusivement) utile dans ce type de système.

10 Le dispositif d'entraînement variable illustré sur la figure 2 se compose de deux poulies PA, PB, auxquelles sont fixés respectivement, les axes A et B, les poulies étant reliées l'une à l'autre par une courroie 23. Chaque poulie comprend une paire de plaques latérales ou flasques 24, 26 entre lesquelles est pris en sandwich un 15 corps élastique sensiblement cylindrique 28. Le corps 28, dans chaque cas, est fait en une matière élastomère, comme du caoutchouc, si bien que son diamètre peut être accru en fléchissant le corps radialement vers l'extérieur, ou peut être décru en fléchissant le corps radialement vers l'intérieur. Le moyen pour augmenter ou 20 nuier le diamètre des poulies PA, PB, de cette façon, est schématiquement indiqué par la boîte 30 de commande de diamètre de poulie, et les connexions en traits interrompus 32 qui en partent, vers les flasques 24, 26 des poulies respectives, la commande étant effectuée par un levier 34 pouvant être déplacé.

25 De préférence, les connexions en traits interrompus 32 indiquent un moyen transmettant une force mécanique de la boîte 30 aux plaques latérales 24, 26, pour les presser ensemble ou les séparer, et de cette façon, pour fléchir les corps élastiques 28 radialement vers l'extérieur ou vers l'intérieur. Par ailleurs ou en plus, les 30 corps élastiques 28 pourraient être formés avec des chambres pouvant recevoir un fluide de la boîte 30 de commande de diamètre des poulies, pour gonfler ou dégonfler les poulies pour changer leur diamètre.

Le fluide, de préférence un liquide pourrait également être retenu en permanence dans les corps élastiques, c'est-à-dire sans 35 le pomper dans et hors des corps, pour changer leur diamètre. La déflexion radiale des corps élastiques par une compression transversale est normalement limitée; en prévoyant un liquide, pris dans le corps, on augmente ses limites de déflexion radiale car le li-

quide, lorsque le corps est axialement comprimé, le déforme, n'y provoquant que de simples contraintes de tension et de flexion.

Des bandes de renforcement 36 sont de préférence prévues, qui sont enfouies dans chaque corps élastique 28, pour s'étendre
5 coaxialement et circonférentiellement autour des poulies.

On peut voir que le rapport de transmission entre les axes A, B, variera selon les diamètres respectifs de leurs poulies PA, PB, et selon les dimensions des pignons effectifs dans la transmission. Un exemple numérique d'un système de transmission variable
10 construit selon la figure 2, est donné ci-dessous.

On considère d'abord uniquement le dispositif d'entraînement variable de la figure 2, c'est-à-dire les poulies PA, PB, d'un diamètre variable reliées l'une à l'autre par la courroie 23, et on peut voir que l'étendue limitée de vitesse obtenue par ce
15 dispositif seul, dépend de l'étendue des variations des diamètres. Ainsi, si le diamètre de la poulie PA, à un extrême, est la moitié de celui de la poulie PB, et qu'à l'autre extrême, il est égal à celui de la poulie PB, alors le rapport de transmission peut n'être que doublé, c'est-à-dire $i = 1$, $j = 2$, et $J/i = 2$.

20 L'étendue limitée est considérablement augmentée, comme cela sera montré ci-après, en prévoyant les douze engrenages illustrés, ayant les diamètres suivants dans le présent exemple:

	$IA_1 = 200;$	$IB_1 = 200;$	$I_1 = 100$
	$IA_2 = 150;$	$IB_2 = 150;$	$I_2 = 150$
25	$QA_1 = 150;$	$QB_1 = 150;$	$Q_1 = 150$
	$QA_2 = 200;$	$QB_2 = 200;$	$Q_2 = 100$

Les dimensions précédentes peuvent indiquer des diamètres, des rayons ou des nombres de dents sur les pignons.

En contrôlant bien les embrayages, les rapports de transmission
30 suivants peuvent être obtenus entre l'arbre d'entrée I et l'arbre de sortie Q:

1ère étape :

Les embrayages CIA_1 et CQB_1 sont en prise, tandis que les autres sont débrayés. L'arbre d'entrée I est ainsi relié à l'axe A
35 par les roues dentées I_1 , IA_1 ; et l'axe B est relié à l'arbre de sortie Q par les roues dentées QB_1 , Q_1 . A la position extrême (la plus à gauche) du levier 34 de contrôle du diamètre des poulies,

dans laquelle le diamètre de la poulie PA est la moitié de celui de la poulie PB, le rapport de transmission entre l'arbre d'entrée I et l'arbre de sortie Q est de 4:1. En effet, quatre révolutions de l'arbre d'entrée I produiront une révolution de l'arbre de sortie Q.

5

On peut maintenant déplacer le levier 34 vers la droite, pour augmenter le diamètre de la poulie PA, et diminuer celui de la poulie PB, jusqu'à la position extrême la plus à droite du levier, où les diamètres des deux poulies sont égaux. Durant ce mouvement du levier, le rapport de transmission entre l'arbre d'entrée I et l'arbre de sortie Q change continuellement jusqu'à ce que, en atteignant la position extrême droite du levier, il devienne de : 2:1.

2ème Etape :

Maintenant, on peut actionner la commande d'embrayage 20, pour relier l'arbre d'entrée I à l'axe B par les pignons I_1 , IB_1 , et pour relier l'arbre de sortie Q à l'axe A par les pignons Q_1 , QA_1 . Cela est effectué en manoeuvrant le système de commande d'embrayage 20, pour mettre en prise les embrayages CIB_1 et CQA_1 , tandis que les embrayages restants ne le sont pas. On peut voir qu'à ce moment, le rapport de transmission entre l'arbre d'entrée I et l'arbre de sortie Q reste 2:1.

On peut ensuite déplacer le levier 34 vers la gauche, pour augmenter le diamètre de la poulie PB, et pour diminuer celui de la poulie PA, changeant ainsi continuellement le rapport de transmission entre les arbres I et Q. A la position extrême gauche du levier 34, le rapport de transmission est de 1:1.

3ème Etape :

On peut maintenant actionner la commande d'embrayage 20, pour relier l'arbre d'entrée I à l'axe A par les pignons I_2 , IA_2 ; et pour relier l'axe B à l'arbre de sortie Q par les pignons QB_2 , Q_2 . Cela est effectué en mettant en prise les embrayages CIA_2 et CQB_2 , et en dégageant les autres. On peut voir que le rapport de transmission entre l'arbre d'entrée I et l'arbre de sortie Q reste 1:1.

35 On peut maintenant déplacer le levier 34 vers la droite, pour augmenter le diamètre de la poulie PA et pour diminuer celui de la poulie PB, changeant ainsi continuellement le rapport de trans-

mission entre les arbres d'entrée et de sortie. A la position extrême droite du levier, le rapport de transmission est de 1:2.

4ème étape :

On peut maintenant actionner la commande d'embrayage 20 pour
5 relier l'arbre d'entrée I à l'axe B par l'embrayage CIB₂ et les pignons I₂ et IB₂, et pour relier l'axe A à l'arbre de sortie Q, par l'embrayage CQA₂ et les pignons QA₂, Q₂. Le rapport de transmission entre l'arbre d'entrée et l'arbre de sortie reste ainsi de 1:2.

10 On peut alors déplacer le levier 34 vers la gauche, pour augmenter le diamètre de la poulie PB et diminuer celui de la poulie PA, changeant ainsi continuellement le rapport de transmission de façon qu'à la position la plus à gauche du levier 34, il soit de 1:4.

L'augmentation de l'étendue du rapport de transmission est
15 égale à $(\frac{1}{2})^k$, où k = le nombre de paires de pignons. En effet, sur la figure 2, les pignons I₁, IB, forment une paire; les pignons Q₁, QA, forment une seconde paire, les pignons I₂, IA₂ forment une troisième paire, et les pignons Q₂, QB₂ forment une quatrième paire. Ainsi, sur la figure 2, l'augmentation de l'étendue du rapport de
20 transmission est de $(2)^4$, ou 16.

Dans l'agencement de la figure 2, il y a un pignon sur chacun des axes A et B pour chaque pignon des arbres d'entrée et de sortie, c'est-à-dire k = 2n. Cependant, on remarquera que k n'a pas besoin d'être un nombre pair, par exemple, en omettant les
25 pignons IB₂ et QA₂, auquel cas le rapport est de $(2)^3$, ou 8.

On remarquera également que la séquence d'embrayage et de débrayage peut être effectuée dans les deux directions, pour augmenter ou diminuer le rapport de transmission.

La figure 3 illustre un mode de réalisation où "n" est égal
30 à 3, c'est-à-dire qu'il y a trois pignons (I₁₁, I₁₂, I₁₃) sur l'arbre d'entrée I, et trois pignons (Q₁₁, Q₁₂, Q₁₃) sur l'arbre de sortie Q. Il y a également trois paires de pignons sur chaque axe A et B, qui sont les paires IA₁₁, QA₁₁; IA₁₂, QA₁₂; IA₁₃, QA₁₃ pour l'axe A, et IB₁₁, QB₁₁; IB₁₂, QB₁₂; et IB₁₃, QB₁₃ pour l'axe de B.
35 Chaque pignon des axes A et B peut être sélectivement relié à son axe respectif par des embrayages (c'est-à-dire les embrayages CIA₁₁ et CIB₁₁, avec les pignons IA₁₁ et IB₁₁, respectivement), comme dans le mode de réalisation de la figure 2. Dans un tel agencement

si $j/i = 4$, la variation des étendues est accrue à 4096.

On peut voir, à la lecture de la description qui précède, qu'en augmentant le nombre de paires de pignons sur chacun des axes d'entraînement variable A et B (c'est-à-dire en augmentant "n" de "1" sur la figure 1, à "2" sur la figure 2, et à "3" sur la figure 3), cela augmente de façon remarquable l'étendue de variations de vitesses possible avec l'utilisation du même dispositif d'entraînement variable à étendue limitée.

Lorsque "n" est égal à 1, on peut obtenir une variation souple de l'étendue de vitesse, à condition que les rapports de transmission soient comme suit (en se reportant à leurs diamètres, rayons ou nombre de dents):

$$i = \frac{IB_1}{IA_2} = \frac{QB_1}{QA_2} \quad \text{Eq. (1)}$$

Dans un tel cas, l'étendue de variations continues de vitesse est multipliée par $(j/i)^2$.

Quand "n" est égal à 2, un embrayage et un débrayage en douceur est possible avec les relations suivantes :

$$j = \frac{I_2}{I_1} \cdot \frac{IB_1}{IA_2} = \frac{Q_1}{Q_2} \cdot \frac{QB_2}{QA_1} \quad \text{Eq. (2)}$$

Dans un tel cas, l'étendue de variations continues de vitesse est multipliée par $(j/i)^4$.

En général, il est requis que la même rangée "n" de pignons suive la relation :

$$i = \frac{B_n}{A_n} \quad \text{Eq. (3)}$$

cela signifie que $\frac{IB_n}{IA_n}$ et $\frac{QB_n}{QA_n}$ sont égaux à "i", pour embrayer lorsque le levier est à la droite. En passant aux rangées suivantes de pignons, les relations respectives doivent être :

$$j = \frac{Q_n}{Q_{n+1}} \cdot \frac{QB_{n+1}}{QA_n}$$

$$j = \frac{I_{n+1}}{I_n} \cdot \frac{IB_n}{IA_{n+1}} \quad \text{Eq. (4)}$$

Lorsque l'on utilise des pignons à axes parallèles, pour les dispositifs rotatifs de transmission, les distances entre leurs arbres

peuvent être calculées en ajoutant leurs diamètres et en divisant par "2". Par conséquent, pour des pignons à axes parallèles, outre les équations (3) et (4), ci-dessus, les pignons doivent également satisfaire aux relations suivantes :

$$\begin{aligned} 5 \quad I_1 + IA_1 &= I_2 + IA_2 \\ I_1 + IB_1 &= I_2 + IB_2 \\ Q_1 + QA_1 &= Q_2 + QA_2 \\ Q_1 + QB_1 &= Q_2 + QB_2 \end{aligned} \quad \text{Eq. (5)}$$

On peut voir que l'exemple numérique décrit ci-dessus par rapport à la figure 2, remplit toutes les nécessités ci-dessus.

Cependant, les équations (3), (4) et (5) ne peuvent pas toujours être respectées pour des pignons. En conséquence, certains pignons ne pourront pas toujours être utilisés comme dispositifs rotatifs de transmission.

La figure 4 illustre un agencement dans lequel on utilise des courroies à la place des pignons. Dans cet agencement, le dispositif 50 d'entraînement variable, peut être toute unité classique décrite antérieurement, ou la nouvelle unité de la figure 2, dont la vitesse varie continuellement en déplaçant son levier 52.

L'arbre d'entrée I est relié sélectivement à l'axe A de l'entraînement variable ou à l'axe B de cet entraînement, par des poulies (par exemple IP_1) sur l'arbre d'entrée I, et des poulies (IPA_1 , IPB_1) sur les axes A et B. Dans chaque cas, l'accouplement sélectif est effectué par un embrayage (par exemple $CIPB_2$) comme dans les ajustements ci-dessus décrits dans lesquels on utilise des pignons.

L'extrémité de sortie du dispositif de vitesse variable 50 n'est pas illustrée sur la figure 4, mais on remarquera dans la description antérieure, qu'elle pourrait avoir la même construction que l'extrémité d'entrée.

La figure 5 illustre un autre agencement, comprenant des pignons, mais dans ce cas, l'arbre d'entrée I comprend un pignon séparé I_{1A} pour le pignon IA_1 de l'axe A du dispositif d'entraînement variable 60, et un pignon séparé I_{1B} pour le pignon IB_1 de l'axe B du dispositif d'entraînement variable. Des pignons séparés (I_{2A} , I_{2B}) sont également prévus pour les pignons IA_2 , IB_2 sur les axes A et B, respectivement. Un agencement similaire est prévu par rapport à l'arbre de sortie Q.

Avec cet agencement, l'équation (3) ci-dessus devient :

$$i = \frac{I_{Bn}}{I_{Bn}} \cdot \frac{I_{An}}{I_{An}} \quad \text{Eq. (3a)}$$

$$i = \frac{Q_{Bn}}{Q_{Bn}} \cdot \frac{Q_{An}}{Q_{An}}$$

et l'équation (4) ci-dessus devient également :

$$j = \frac{I_{(n+1)A}}{I_{A_{n+1}}} \cdot \frac{I_{Bn}}{I_{nB}} \quad \text{Eq. (4a)}$$

$$j = \frac{Q_{nA}}{Q_{A_n}} \cdot \frac{Q_{B_{n+1}}}{Q_{(n+1)B}}$$

La figure 6 illustre un agencement dans lequel on ne considère pas l'équation (5) ci-dessus et on utilise, à la place, des pignons fous intermédiaires (GA, GB) pour fermer l'intervalle provenant de la non-observance des distances entre les axes A et B du dispositif d'entraînement variable. L'arbre IQ de la figure 6 désigne à la fois l'arbre d'entrée d'un côté et l'arbre de sortie de l'autre côté.

Le fonctionnement des embrayages dans les modes de réalisation ci-dessus décrits sera de préférence commandé automatiquement, et actionné dès que les pignons sont en prise. Il est également sage de ne pas utiliser toute l'étendue de l'entraînement à vitesse variable, pour permettre une marge de glissement. Par ailleurs, au lieu de déplacer à la main le levier de l'entraînement à vitesse variable, il est possible de le déplacer par un moteur électrique. De même, au lieu que les axes (A, B) fassent saillie des côtés opposés de l'entraînement à vitesse variable, ils pourraient, bien entendu, faire saillie du même côté.

Par ailleurs, on remarquera que l'entraînement à vitesse variable illustré sur la figure 2 pourrait être utilisé dans d'autres systèmes de transmission à rapport variable.

Bien entendu, l'invention n'est nullement limitée aux modes de réalisation décrits et représentés qui n'ont été donnés qu'à titre d'exemple. En particulier, elle comprend tous les moyens constituant des équivalents techniques des moyens décrits ainsi que leurs combinaisons, si celles-ci sont exécutées suivant son esprit et mises en oeuvre dans le cadre des revendications qui suivent.

R E V E N D I C A T I O N S

1. Système de transmission variable permettant une étendue importante de variations de vitesse, caractérisé en ce qu'il comprend :

5 Un dispositif d'entraînement variable comprenant des premier et second axes et un élément variable déterminant le rapport de transmission entre lesdits deux axes; un arbre d'entrée; un arbre de sortie; et des moyens d'accouplement sélectif pouvant relier sélectivement ledit arbre d'entrée audit premier axe et ledit ar-
10 bre de sortie audit second axe, ou bien ledit arbre d'entrée au dit second axe et ledit arbre de sortie audit premier axe; lesdits moyens d'accouplement sélectif comprenant un moyen de commande de transmission, servant à maintenir le même rapport de transmission entre lesdits arbres d'entrée et de sortie juste avant et
15 juste après la manoeuvre desdits moyens d'accouplement sélectif .

2. Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens d'accouplement sélectif précités comprennent : "n" dispositifs rotatifs de transmission sur chacun des arbres d'en-
trée et de sortie précités; un certain nombre de dispositifs ro-
20 tatifs de transmission sur les premier et second axes précités du dispositif précité d'entraînement variable; chaque dispositif rotatif de transmission dudit arbre d'entrée pouvant être sélecti-
vement relié à un dispositif rotatif de transmission sur ledit premier axe; et chaque dispositif rotatif de transmission dudit
25 arbre de sortie pouvant être sélectivement relié à un dispositif rotatif de transmission sur ledit second axe.

3. Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que $n=1$.

4. Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que
30 $n = 2$.

5. Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que $n = 3$ ou plus.

6. Système selon l'une quelconque des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que les moyens d'accouplement sélectif. préci-
35 tés comprennent de plus des embrayages reliant sélectivement les dispositifs rotatifs de transmission précités des deux axes précités à leurs axes respectifs.

7. Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que les diamètres des dispositifs rotatifs de transmission précités ont la relation suivante :

$$\frac{IB_n}{IA_n} = \frac{QB_n}{QA_n}$$

5 où:

IB et IA sont les diamètres des dispositifs rotatifs sur les premier et second axes précités respectivement, pouvant être reliés sélectivement au même (le "n"ième) dispositif rotatif sur l'arbre d'entrée précité; et QB et QA sont les diamètres des dispositifs rotatifs sur lesdits premier et second axes respectivement, pouvant être reliés sélectivement au même (le "n"ième) dispositif rotatif sur l'arbre de sortie précité.

8. Système selon la revendication 7 caractérisé en ce que les diamètres des dispositifs rotatifs de transmission précités ont de plus la relation suivante :

$$\left(\frac{Q_n}{Q_{n+1}} \right) \left(\frac{Q_{bn+1}}{QA_n} \right) = \left(\frac{I_{n+1}}{I_n} \right) \left(\frac{IB_n}{IA_{n+1}} \right)$$

où le point Q et I sont les diamètres des dispositifs rotatifs sur les arbres d'entrée et de sortie précités, respectivement, pouvant être reliés sélectivement au même (le "n"ième, et le suivant "n+1", respectivement) dispositif rotatif sur les premier et second axes précités.

9. Système selon la revendication 8, caractérisé en ce que "n" est au moins égal à 2, et en ce que les diamètres des dispositifs rotatifs de transmission précités ont la relation supplémentaire suivante :

$$I_1 + IA_1 = I_2 + IA_2$$

$$I_1 + IB_1 = I_2 + IB_2$$

$$Q_1 + QA_1 = Q_2 + QA_2$$

$$Q_1 + QB_1 = Q_2 + QB_2$$

10. Système selon l'une quelconque des revendications 2 à 8 caractérisé en ce que les dispositifs rotatifs de transmission précités sont des pignons.

11. Système selon l'une quelconque des revendication 2 à 8 caractérisé en ce que les dispositifs rotatifs de transmission précités sont des poulies entraînées par des courroies.

12. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 11 caractérisé en ce que le dispositif d'entraînement variable précité se compose d'une paire d'éléments coniques montés pour une rotation autour d'axes parallèles, d'une courroie reliant lesdits éléments coniques pour qu'ils tournent ensemble, et d'un dispositif mobile de manoeuvre faisant varier la position de ladite courroie sur lesdit éléments coniques, et ainsi le rapport de transmission entre leurs axes respectifs.

13. Système selon l'une quelconque des revendications 1 à 11 caractérisé en ce que le dispositif d'entraînement variable précité se compose de deux poulies reliées ensemble par une courroie, l'une desdites poulies ayant un diamètre variable, pour faire varier le rapport de transmission entre lesdites poulies.

14. Système selon la revendication 13, caractérisé en ce que les deux poulies précitées ont un diamètre variable pour faire varier le rapport de transmission entre elles.

15. Système selon l'une quelconque des revendications 13 ou 14 caractérisé en ce que chaque poulie de diamètre variable comprend un corps cylindrique élastique, deux plaques latérales de chaque côté, et un moyen pour déplacer lesdites plaques latérales vers ou au loin l'une de l'autre, forçant ledit corps cylindrique élastique à se fléchir radialement vers l'extérieur ou vers l'intérieur, pour ainsi augmenter ou diminuer, respectivement, le diamètre de ladite poulie.

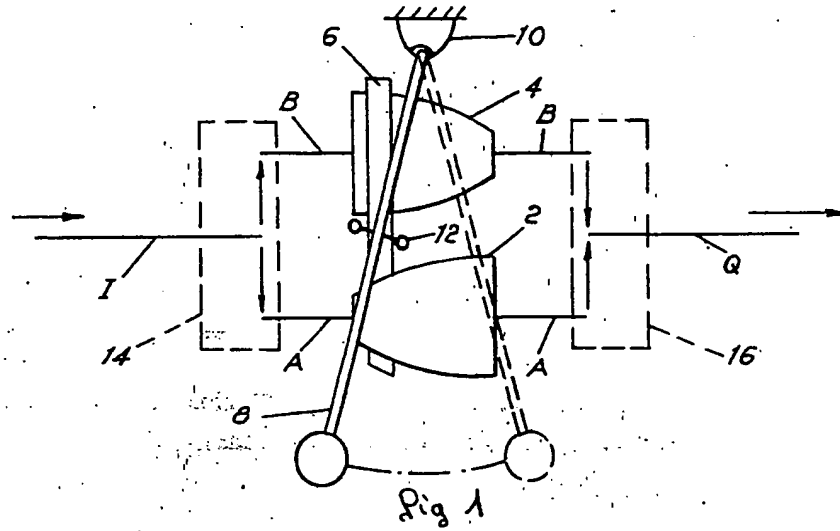
16. Système d'entraînement variable caractérisé en ce qu'il comprend deux poulies reliées l'une à l'autre par une courroie, l'une desdites poulies ayant un diamètre variable pour faire varier le rapport de transmission entre elles, ladite poulie ayant un diamètre variable se composant d'un corps cylindrique élastique, de deux plaques latérales de chaque côté dudit corps, et d'un moyen pour déplacer lesdites plaques latérales vers ou au loin l'une de l'autre, forçant ledit corps cylindrique élastique à se fléchir radialement vers l'extérieur ou vers l'intérieur, pour augmenter ou diminuer ainsi, respectivement, le diamètre de ladite poulie.

17. Système selon l'une quelconque des revendications 15 ou 16, caractérisé en ce que le corps cylindrique élastique précité est en une matière élastomérique.

18. Système selon la revendication 17, caractérisé en ce que le corps cylindrique élastique précité comprend de plus des bandes de renforcement enfouies dans la matière élastomérique précitée et s'étendant coaxialement et circonférentiellement autour de la poulie précitée.

19. Système selon l'une quelconque des revendications 15 à 18 caractérisé en ce que le corps cylindrique élastique précité comprend une chambre de fluide et un moyen pour y introduire un fluide pour faire fléchir ledit corps radialement vers l'extérieur.

20. Système selon l'une quelconque des revendications 15 à 18 caractérisé en ce que le corps cylindrique élastique précité comprend un liquide qui y est retenu en permanence, pour permettre sa flexion radiale plus importante.



Rot de B	1	$\frac{1}{j}$	1	$\frac{1}{i}$
Rot. de A	j	1	i	1
	LEV à gauche		LEV à droite	

Fig. 1 a

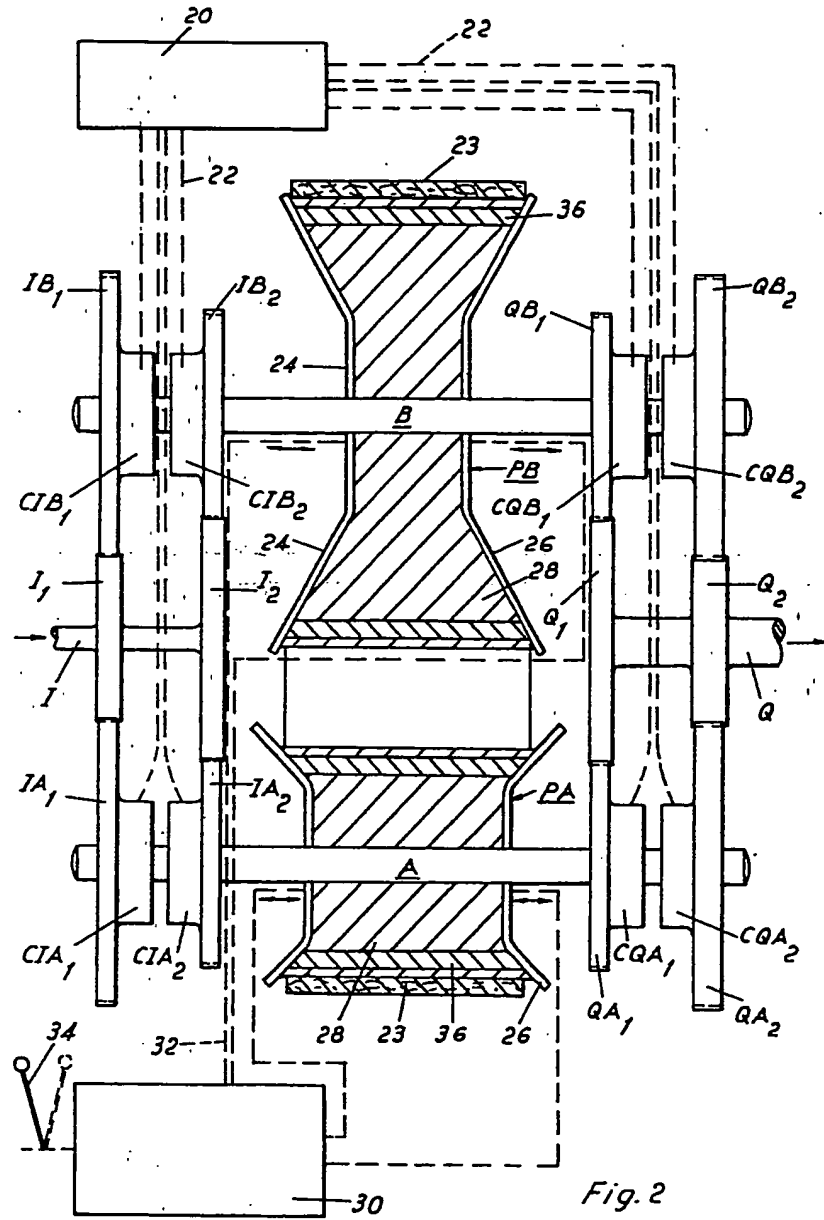


Fig. 2

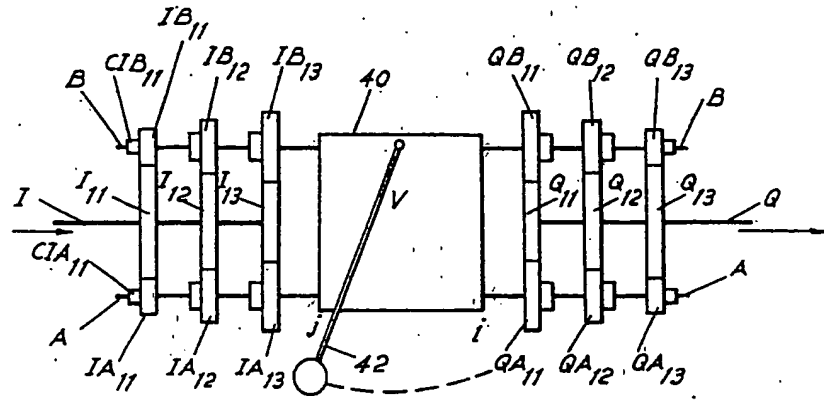


Fig. 3

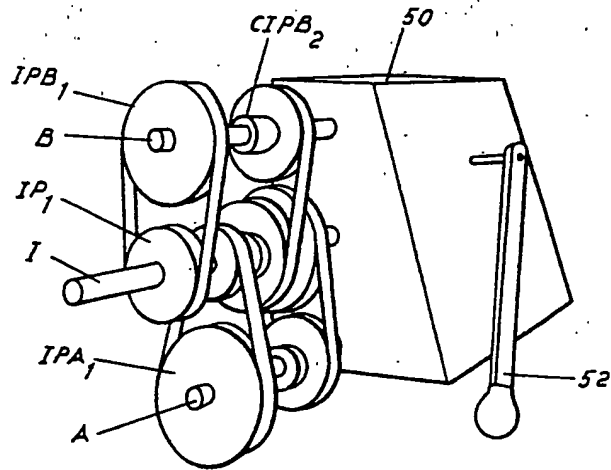


Fig. 4

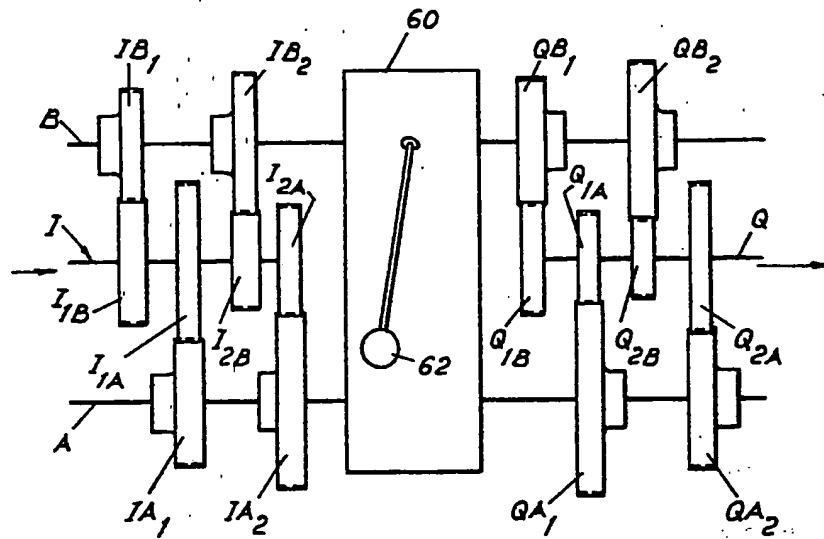


Fig. 5

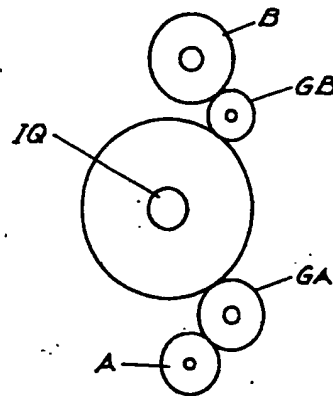


Fig. 6

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.